

# 富士山頂におけるラドンの観測

東京理科大学 理工学部 教養 講師 ながの 永野 かつひろ 勝裕

## ラドンとは

ラドンという言葉聞いたことがない読者もいるかもしれない。そこでまずはラドンについて説明する。

ラドンとは原子番号86の元素（元素記号はRn）である。ラドンは周期表の右端の第18族に属しており、化学的に不活性な希ガスである。また、ラドンには複数の同位体が存在するが、安定同位体は存在せず、いずれは放射線を出して変化する（壊変という）放射性同位体である。

本稿では、ラドンの同位体のうち半減期（ラドンの数が半分になるまでの時間）が3.8日と最も長いラドン222 ( $^{222}\text{Rn}$ ) を考える。ラドンは人類が誕生する以前から自然環境中の大気、海、地中と至る所に存在しており、人間が自然環境から受ける放射線被ばくの約半分は、大気中のラドンの吸引によるものと言われている。大気中のラドン濃度を表す単位は $\text{Bq}/\text{m}^3$ で、1 Bq（ベクレル）とは、1秒当たり平均1個のラドンが壊変することを表す単位である。

ラドンは半減期3.8日で壊変してなくなっていくのに、大気中に存在し続けているのは、地表面から大気中へ常にラドンが出てくるからである。地中には半減期45億年のウラン ( $^{238}\text{U}$ ) が遍在しており、このウランが壊変してトリウム ( $^{234}\text{Th}$ ) になり、さらにトリウムが壊変して、と壊変の連鎖によりラジウム ( $^{226}\text{Ra}$ ) になり、ラジウムが壊変するとラドンが生成される。ラジウムまでは粒子なの

で地中に留まるが、ラドンは気体なので、土壌粒子間の隙間を通り地中から大気中へ出てくることができる。このように大気中のラドンは陸上の至る所が発生源となっている。

地中から大気中へ出てきたラドンは拡散したり風に流されたりして輸送されるため、陸上起源の物質輸送のトレーサーとして用いられている。トレーサーとは、追跡ともいい、対象とする物質の移動などを追跡するための目印となる物質のことである。ラドンは、希ガスであり輸送途中での化学変化はなく、半減期が3.8日なので、数日～数十日程度の現象のトレーサーとして適している。そのため、地中の土壌間空気中や大気中を輸送される物質のトレーサーとして用いられる。また、ラドンは陸上で発生し、海からの発生は陸上と比べて非常に小さいため、陸上を発生源とする物質輸送、例えば、アジア大陸から日本への物質輸送のような長距離輸送のトレーサーとしても利用されている。

## 富士山は上空大気の観測タワー

長距離輸送されたラドンを観測するとき、地面の影響を受ける地上での観測は適切とはいえない。ラドンは地面から出てくるので、地上でラドン濃度を観測するとその影響を受ける。また地上では、日中は太陽により地面が熱くなり大気が不安定（上昇気流が得意）に、夜間は地面が冷えて大気が安定（上昇気流が得意にくい）になる。このため、地面から出てきたラドンが日中は上空へ輸送

され、夜間は地上付近に滞留するので、地上付近のラドン濃度は、日中は数Bq/m<sup>3</sup>程度、夜間は数十Bq/m<sup>3</sup>程度と1日のうちで規則的に日周変動する。このように、地上付近では地面の影響を大きく受けることになる。

そのため、長距離輸送されたラドンの観測には、地上よりも上空が適している。それでは、上空とはどれくらいの高度だろうか。大気は大きく2つの層に分けることができ、地面に近く地面との摩擦の影響を受ける大気境界層と、地面から離れていてその影響を受けない自由対流圏である。これらの境界の高度は、地面の状態や気象条件によって変わるが1～2 km程度である。長距離輸送される物質は主に自由対流圏内で輸送されるため、上空とは数km以上の自由対流圏内である。

上空で長距離輸送されたラドンの観測方法の1つとして、富士山頂での観測がある。富士山は標高3,776mであり、頭を雲の上ならぬ大気境界層の上に出しており、山頂が自由対流圏内に位置している。さらに、富士山の山体は細く、周りには高い山がない孤立峰でもある。このような富士山頂に測定器を置くことによって、時間的に連続して自由対流圏内の大気を観測できると期待される。

### 富士山頂でのラドン濃度の観測結果

富士山頂での観測例として、2009年8月に観測したラドン濃度の時間変化を図1に示した。

富士山頂でのラドン濃度は高くても3 Bq/m<sup>3</sup>程度、多くの期間で1 Bq/m<sup>3</sup>以下であり、地上付近の数Bq/m<sup>3</sup>以上と比べると小さいが、これは発生源である地上から離れている

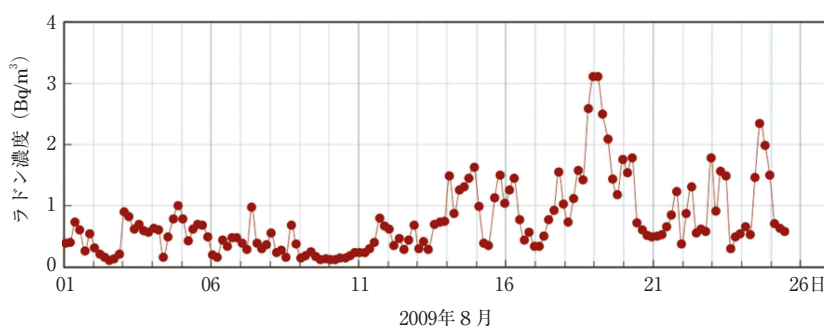


図1 2009年8月に観測したラドン濃度の時間変化

ためである。また、数日～1週間程度の間隔でラドン濃度が増減しているが、これは低気圧や高気圧などの風による影響であり、濃度が増加しているのはアジア大陸からの風、減少しているのは太平洋からの風による影響である。例えば、10日付近で濃度が低いのは台風9号が日本の南側を通過したときに太平洋からの風が吹いていたためである。

富士山頂では地上の影響を受けないかのように書いたが、実は影響を受けることもある。山の斜面では、晴れると山谷風<sup>やまたにかぜ</sup>と呼ばれる、日中は斜面を上昇し夜間は下降する風が吹くことがある。この風によって日中は大気境界層から山頂まで物質が輸送され、日中濃度が増加し、夜間減少する日周変動が起こることがある。例えば、17日にはそのような変動が見られた。自由対流圏の大気の観測には、この山谷風の影響を避ける必要があり、夜間の値を用いるなどの工夫が行われる。

### おわりに

本稿では、放射性の希ガスであるラドンが陸上で発生する物質のトレーサーとして用いられること、また、ラドンを富士山頂で観測することにより、自由対流圏内の大気が大陸から来たのか、太平洋から来たのかを知ることができることを紹介した。

最後に、ラドンの健康影響について、換気されていない地下室等を除けば、通常は心配する必要はないことを補足しておく。